

АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ

УДК 621.3.078: 629.113

Н. Е. СЕРГИЕНКО, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПИ»;
А. Н. МАРЕНИЧ, асп. НТУ «ХПИ»

МНОГОФАКТОРНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ВОДИТЕЛЯ

Рассмотрен метод оценки изменения состояния здоровья водителя транспортного средства, основанный на использовании многофакторной системы. Использование системы снижает риск возникновения непредвиденных ситуаций при движении автомобиля.

Ключевые слова: оценка, фактор, кардиосигнал, спектр, анализ, состояние, водитель

Введение. Автомобильный транспорт является самым небезопасным из всех средств передвижения доступных человеку. По всем данным именно дорожно-транспортные происшествия (ДТП) находятся на первом месте по числу погибших и пострадавших. По этим показателям автомобили значительно опережают железнодорожный, авиационный и водный транспорт. ДТП являются основной причиной гибели людей. Они происходят по многим причинам, среди которых основная роль принадлежит «человеческому фактору». Средняя скорость движения автомобилей существенно возросла. Стоимость автомобилей достаточно высока. Во время управления автомобилем водитель утомляется, у него могут возникнуть серьезные «проблемы» со здоровьем. Поэтому сегодня нельзя не учитывать изменения состояния здоровья водителя автотранспортного средства, для этого требуется осуществлять его контроль постоянно.

Водителей можно условно разделить на 2 категории: ответственно относящихся к состоянию своего здоровья, и тех, кто этого не делает, пренебрегая как своей безопасностью, так и безопасностью всех участников дорожного движения. Выявление факторов, приводящих к ДТП по вине водителя при решении задачи повышения безопасности движения на дорогах, должно рассматриваться как приоритетная задача. Это позволит получить исходную информацию для принятия решения, которые действительно смогут если не ликвидировать, то хотя бы уменьшить вероятность возникновения аварий. Выбор факторов оценки состояния водителя и их использование в бортовой системе анализа состояния водителя является актуальной задачей.

Анализ последних достижений и публикаций. Сегодня ведущими автомобильными компаниями ведется активная работа по созданию и внедрению систем, позволяющих контролировать состояние водителя. Пока нельзя назвать их результаты достаточно информативными, т.к. заключение об изменении состояния производится на основе анализа одного фактора. Так компания Mercedes [1] разработала систему Attention assist, которая оценивает состояние водителя, анализируя изменения манеры его вождения. Во время первой тестовой поездки система создает модель вождения водителя и в дальнейшем сравнивает текущие параметры управления с параметрами, зафиксированными во время первой поездки.

Компания Volvo [1] разработала систему Driver alert, оценивающая состояние водителя по положению головы и век водителя. Система может распознать находится человек в состоянии бодрствования либо находится на грани засыпания.

Фирмой Ford [1] создана система MyFord®, которая определяет состояние водителя во время управления транспортным средством и сопоставляет его для текущих дорожных условий. Для этого компания Ford разработала биометрические

сиденья, специальный ремень безопасности и рулевое колесо, которые могут отслеживать состояние водителя. Для контроля манеры вождения водителя используется радар с камерами, которые анализируют текущую дорожную обстановку и фиксируют его манеру нажатия на педали управления автомобилем. Тем самым определяется, как в данной дорожной ситуации ведет себя водитель и каково его состояние здоровья.

Кроме того, компанией NEUROCOM [1] была разработана система поддержания и контроля состояния водителя Vigiton. Данная система поддержания работоспособности водителя предназначена для непрерывного контроля физиологического состояния водителя транспортного средства и предотвращения перехода водителя из активного состояния в состояние психофизиологической релаксации или дремотную стадию сна путем регистрации пульса с помощью браслетов.

Цель и постановка задачи. Определить структуру и взаимосвязь сигналов многофакторной системы анализа состояния водителя.

Модель и алгоритм решения задачи. При анализе безопасности движения необходимо рассматривать систему «автомобиль – водитель – окружающая среда» в целом. Факторы, воздействующие на водителя, можно условно разделить на прямые и косвенные. К прямым факторам относятся: атмосферные и погодные условия, уровень освещенности дороги, время суток, текущее состояние здоровья, работа сердца, температура тела, артериальное давление. К косвенным параметрам относится: напряженность движения, текущая дорожная обстановка, режим движения, состояние дорожного полотна, выносливость водителя, эмоциональное состояние водителя, условия на рабочем месте. Приведенные параметры по характеру их возникновения могут быть также разделены на внутренние и внешние. К внешним факторам относятся: температура окружающего воздуха, атмосферное давление, уровень освещенности, время суток движения, дорога, дорожная обстановка. К внутренним – работоспособность сердца, температура тела, артериальное давление. Названные выше параметры были выбраны как основные показатели, изменение которых может существенно повлиять на состояния здоровья водителя. Размещение части датчиков на рулевом приведено на рис. 1.

Для регистрации атмосферных показателей – температуры и атмосферного давления можно воспользоваться датчиками и анализаторами системы климат-контроля автомобиля.

Анализ состояния здоровья водителя осуществляется путем регистрации и обработки его кардиограммы. Для этого предлагается в рулевое колесо вмонтировать специальные металлические пластины, через которые регистрируют разность потенциалов на руках водителя.

Для определения уровня физической активности путем отслеживания частоты моргания глаза в зеркало заднего вида вмонтирована специальная видеокамера.



Рисунок 1 – Схема размещения датчиков многофакторной системы на рулевом колесе

Атмосферные показатели – температура T и давление P влияют на уровень артериального давления человека. Исследовательским центром ASIRT [1] были изучены все факты несчастных случаев на дорогах. Было определено, что при термической перегрузке более чем на 15%, или при резком изменении давления более чем 15 мм. рт. ст. число дорожных происшествий увеличивается на 20%, при этом смертность в ДТП возрастает при изменении погоды более чем на 10%.

Для определения уровня бодрствования водителя необходимо регистрировать частоту моргания глаза F . Она зависит от текущего времени суток и степени освещенности лобового стекла E автомобиля. В норме частота моргания глаз составляет один раз каждые 5...8 с. Увеличении частоты моргания глаза свидетельствует о повышенном волнении. В темное время суток возрастание интервала между морганиями свидетельствует о возможном засыпании водителя рис. 2. Оптимальное значение F должно быть в пределах $18 \leq F \leq 25$ [2].

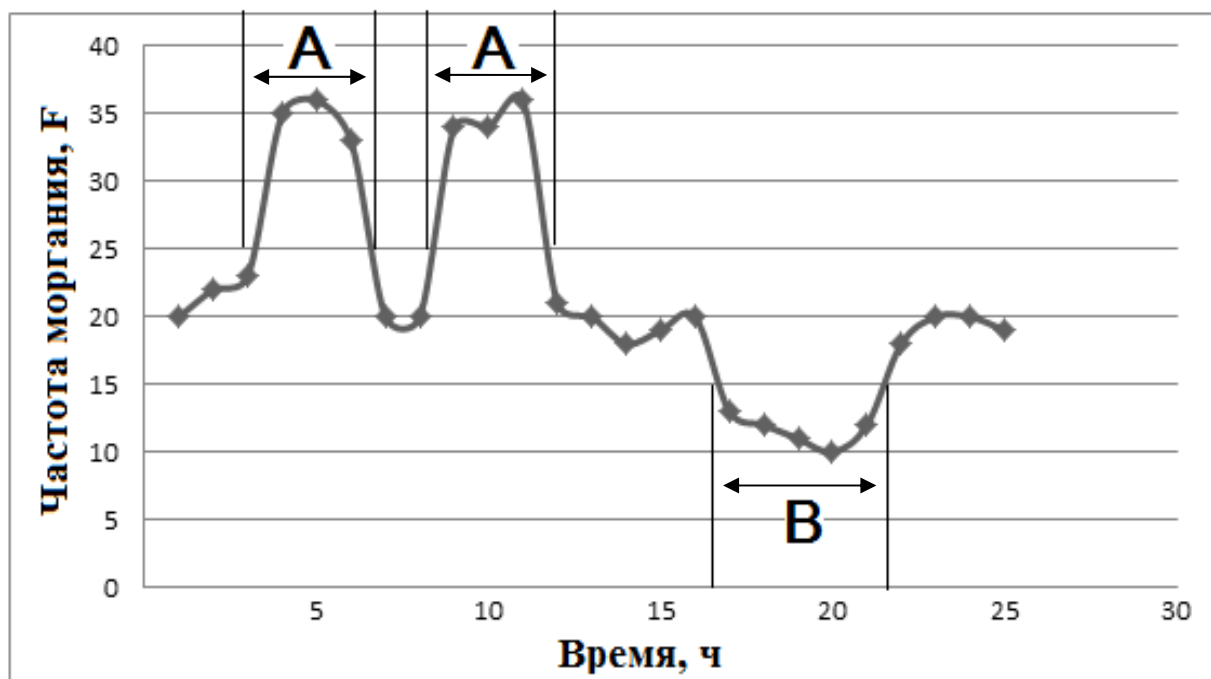


Рисунок 2 – Изменение частоты моргания глаза человека
А – период волнения; В – период засыпания

Электрический сигнал сердца U дает информацию о текущем состоянии здоровья водителя, а также содержит информацию о частоте сердечных сокращений Pl , которая также описывает уровень активности человека.

Зарегистрированный сигнал соответствует сигналу первого отведения кардиограммы. Для его анализа применяется классический метод, основанный на измерении всех пиков сигнала и интервалов между ними. В медицинской практике такому автоматическому анализу не доверяют. Причиной является то, что водитель находится в положении сидя, сопротивление его кожи может изменяться, контакт руки с поверхностью датчика может быть не постоянен, а это может вызвать не постоянство регистрации сигнала, смещение нуля, регистрацию возможных наводок и помех. Для этого предлагается анализировать сигнал в спектральной плоскости [3]. Зависимости изменения амплитудного значения сигнала от частоты определяются выражениями:

$$X_l = \sum_{k=0}^{N-1} x_k e^{-jl\Delta\omega k\Delta t}, \quad l = 0, 1, \dots, N-1;$$

$$x_k = \frac{1}{2\pi} \sum_{l=0}^{N-1} X_l e^{-jl\Delta\omega k\Delta t} \Delta\omega, \quad k = 0, 1, \dots, N-1;$$

При частотном анализе сигнал (рис. 3) исследуется на наличие в нем аномальных отклонений. В норме состояние водителя в том случае, если все составляющие спектра сигнала находятся до 10 Гц. В иных случаях имеют место аномальные нарушения здоровья водителя.

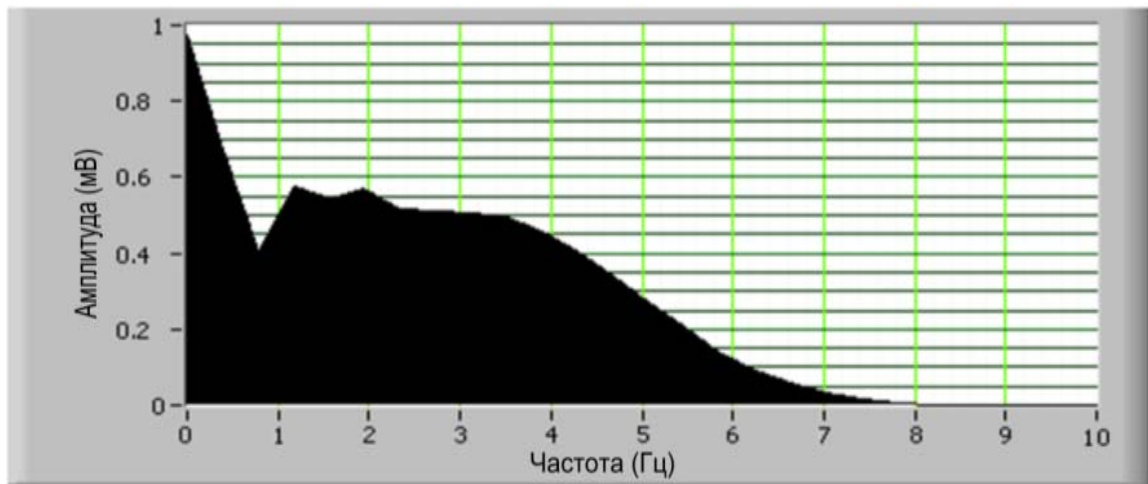


Рисунок 3 – Частотный анализ электрического сигнала сердца для нормального состояния здоровья водителя

Частота сердечных сокращений (ЧСС) связана с физической активностью водителя. Для здорового человека частота должна быть в диапазоне 60 – 80 уд/мин. При превышении имеет место чрезмерное волнение, а при ЧСС меньше 60 можно говорить о чрезмерном спокойствии человека – сне. Тахикардия (увеличение ЧСС более 80) может рассматриваться как нарушение работы сердечной мышцы в результате заболевания или как результат какого-либо кратковременного внешнего воздействия,

вызавшего волнение, испуг. Брадикардия (уменьшение ЧСС менее 60) расценивается как вариант нормы у спортсменов, как результат приема лекарственных препаратов и нарушения работы сердечной мышцы, в следствии патологии сердечной мышцы [3].

Выбранные факторы, воздействующие на водителя и регистрируемые в процессе движения, представлены на рис. 4.

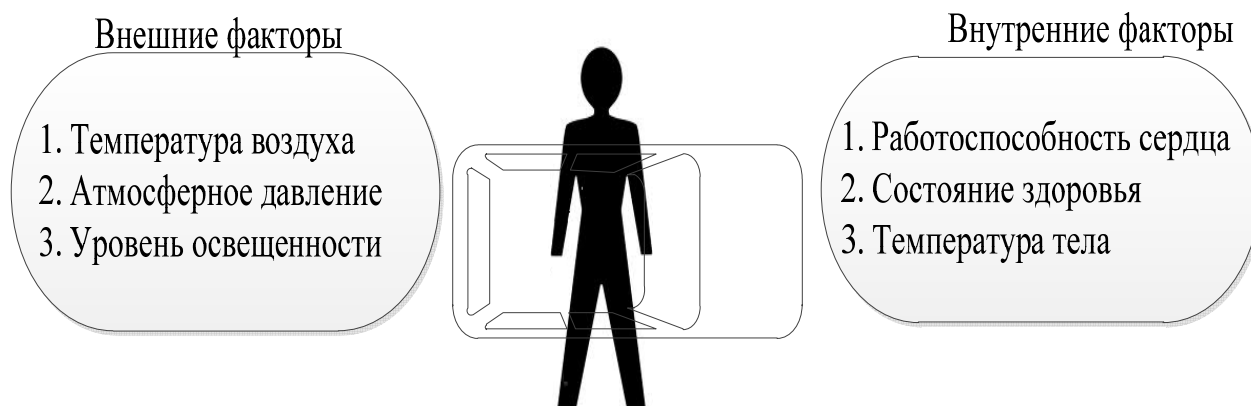


Рисунок 4 – Факторы, действующие на водителя в процессе движения автомобиля

Для многофакторной оценки состояния водителя предлагается использовать функционал C , который включает внешние и внутренние факторы:

$$C = T(K_T) \cup P(K_P) + E(K_E) \cup F(K_F) + C(K_U) \cup Pl(K_{Pl}),$$

где T – температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$;

K_T – весовой коэффициент температуры окружающей среды;

P – давление окружающей среды, Па;

K_P – весовой коэффициент давления окружающей среды;

E – уровень освещенность лобового стекла, кд;

F – частота моргания глаза, раз/мин;

K_E – весовой коэффициент уровня освещенности

K_{EF} – весовой коэффициент частоты моргания глаза;

U – кардиосигнал водителя, мВ;

K_U – весовой коэффициент кардиосигнала водителя;

Pl – частота пульса водителя, раз/мин;

K_{Pl} – весовой коэффициент частоты пульса.

Для повышения точности оценки необходимо определить весовые коэффициенты каждого фактора. В зависимости от условий работы и состояния водителя они отличается, поэтому предлагается в функцию C вводить нормируемые весовые коэффициенты. Они определяются на основании статистической обработки данных водителя, полученных при обследовании на тестовых режимах. Весовые коэффициенты отражают относительную важность показателя в сравнении с другими факторами.

Схема работы многофакторной системы представлена на рис. 5.

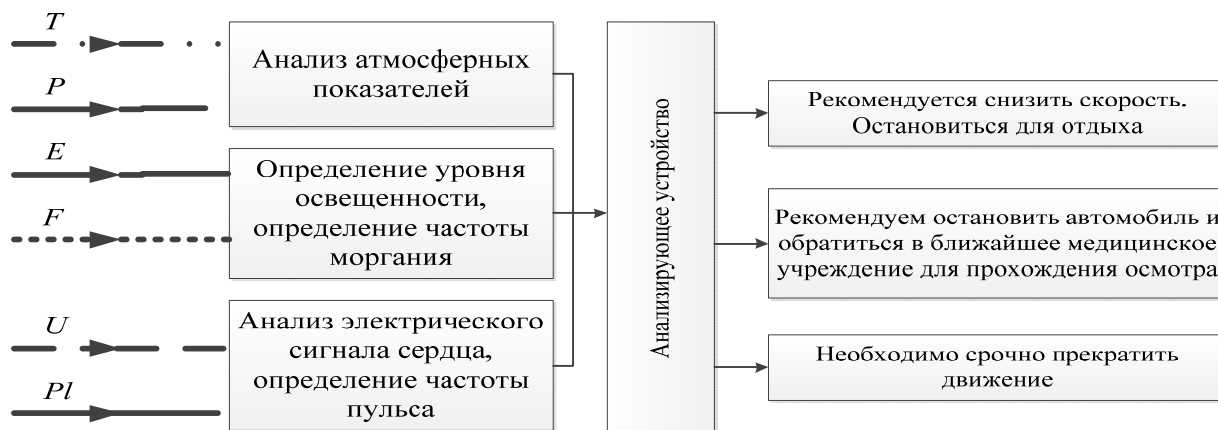


Рисунок 5 – Структурная схема работы системы

Вывод:

1. Анализ существующих систем определения изменения состояния водителя показал целесообразность использования комплексной оценки.
2. Выбранное количество датчиков для многофакторной системы оценки повысит точность диагностики состояния водителя.
3. Структуру измерительного комплекса, а также алгоритм обработки параметров системы целесообразно уточнить после проведения натурных испытаний.
4. Учитывая качественные характеристики известных систем регистрации состояния водителя, предложенная многофакторная система анализа является перспективной для внедрения в бортовые системы автомобиля.

Список литературы: 1. *Laura Sminkey, Saul Bilingsley* Advocating for Road Safety and Road Traffic Injury Victims. – NY.: WHE, 2012. – P. 71-108. 2. *Козубовский В. М.* Общая психология: познавательные процессы. – Мн.: Алмафeya, 2008. – С.100-109. 3. *Доцицин В.Л.* Клинический анализ электрокардиограммы. – М.: Медицина, 1985. – С. 56-82. 4. Сайт - www.xai-medica.com. 5. Сайт - www.ecg-3iko.ru.

Поступила в редколлегию 12.07.2012

УДК 621.3.078: 629.113

Многофакторная система анализа состояния водителя / Н. Е. Сергиенко, А. Н. Маренич // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2012. – № 60 (966). – С. 97–102. – Бібліогр.: 5 назв.

Розглянуто метод оцінки зміни стану здоров'я водія транспортного засобу, заснований на використанні багатфакторної системи. Використання системи знижує ризик виникнення непередбачених ситуацій при русі автомобіля.

Ключові слова: оцінка, фактор, кардіосигнал, спектр, аналіз, стан, водій.

Presented method of driver's health condition estimation with multivariant health condition estimation system. This system allows to reduce the risk of possible emergency cases which can be caused by the unsatisfactory driver's health condition.

Key words: estimation, multivariant, cardiosignal, spectrum, analysis, driver.